



TITLE:

[研究活動]ドームレス太陽望遠鏡共同利用報告: 地表層補償光学と画像処理による高解像観測

AUTHOR(S):

三浦, 則明; 大石, 明; 鈴木, 貴博; 本間, 佑涼

CITATION:

三浦, 則明 ...[et al]. [研究活動]ドームレス太陽望遠鏡共同利用報告: 地表層補償光学と画像処理による高解像観測. 京都大学大学院理学研究科附属天文台年次報告 2018, 2016年(平成28年): 10-12

ISSUE DATE:

2018-02

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/233748>

RIGHT:

見られた。一方彩層ではフィラメントの軸に対して時計回りに少しずれた方向で横磁場が観測された。

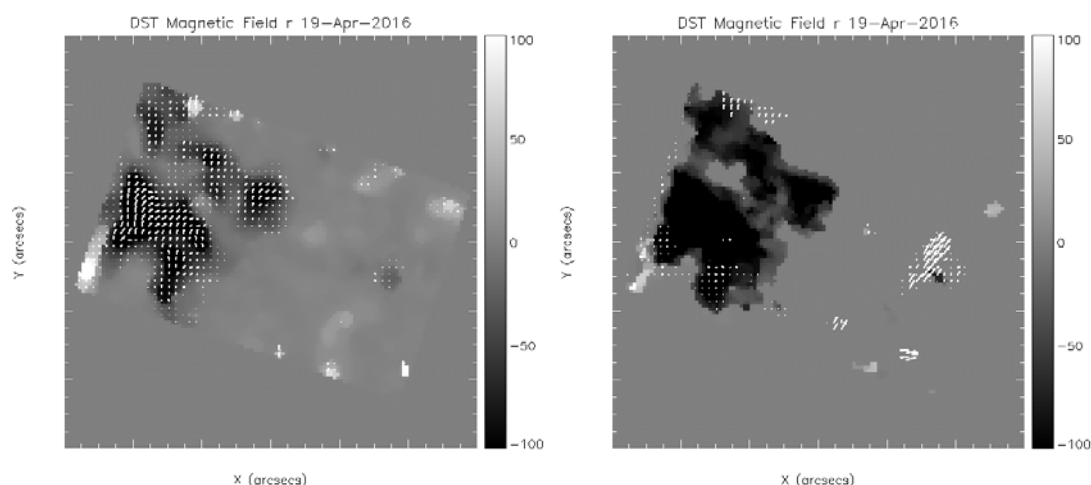


図 2： 図1と同様の方法で作成したフィラメント消失後の光球（左図）と彩層（右図）のベクトル磁場マップ。

フィラメント消失後について同様の手法で磁場三成分を導出した結果が図 2 である。時間経過に伴って太陽の自転の影響を受け、消失前は一部分だった活動領域の負極磁場が移動し、消失後は観測領域の左半分にわたって確認できる。光球では観測領域右側に消失前とほとんど同じ形状の磁場が見られる。彩層では消失前に見られたフィラメントの磁場方位角成分がほとんど消失し、わずかに残った中心部分で消失前と同じ方向に横磁場が確認できる。

これらの結果から、今回観測したフィラメントは何らかの原因で平衡状態が崩れて消失したものの、フィラメント周囲の磁場方位角成分と、フィラメント下部の光球磁場についてはほとんど変化していないことがわかる。今回観測した光球・彩層磁場を境界条件として三次元磁場構造のシミュレーションを行い、消失前後の比較からさらに詳細な磁場構造を探っていくことが今後の課題である。

(海宝 孝祐（茨城大学）記)

地表層補償光学と画像処理による高解像観測

我々は飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡用の常設補償光学系(AO) の設置を進めると共に、装置のさらなる高度化を進めている。2016 年度には、地表層補償光学(GLAO)の開発と画像処理手法の開発に必要なデータ取得のために、2016年5月および9 月の計2回の公募観測を実施した。

GLAOは、最も強い地表層ゆらぎのみを選択的に補償することで、広視野での画像改善を実現する技術である。GLAOを動作させるためには、トモグラフィック波面センシング法を開発する必要があり、2016年5月にはそのために必要となるデータ取得を行った。データ取得用のシャックハルトマン波面センサーを1Fターンテーブル上に設置し、センサー用カ

メラからの画像を保存した。フレームレートは1000Hz、1セット当たり1192枚の画像とした。図1はそのようにして得られた画像の一部を拡大したものである。個々のサブアパーチャ(SA)の視野はおよそ45秒角であった。我々は従来開発してきた波面推定法を改善し、より高速な計算が可能な方法を開発し、観測データに適用した。図2はその結果得られた上空5kmと地表層の波面位相である。上空層の波面位相の最大値と最小値はそれぞれ5.4, -2.6 (rad)、地表層では4.0, -4.5 (rad)であった。このような実験を通して、上空層および地表層を分離して推定可能であることを確認した。しかしながら、我々が開発している波面推定法では、上空揺らぎの高さをパラメータとして入力する必要がある、上空揺らぎ高さをどのように決定するかが問題となっている。

そこで我々は、従来二重星用に開発されたSlope detection and ranging (SLODAR)法を基に太陽SLODAR法を開発した。この方法では、あるSA中のある黒点の位置と、別のSA中の別の黒点の位置との時間変動の同調性を測定することで、SAペアの間隔で決まる高さでの揺らぎ強さを測定できる。2016年9月には、そのために必要なデータを取得した。図3は太陽SLODARによる9月10日に観測されたデータの解析例である。縦軸が相関値となっており、これが大きいほど揺らぎが大きいことを表している。シーイングのよい時間帯(10:59)でも、悪い時間帯(10:17)でも傾向は同じであり、地表層に大きな揺らぎがあり、測定高が上がるに従って揺らぎが小さくなり、1000mを超えるとほとんど相関がなくなることがわかる。ただし、2500mで相関値が少し大きくなっており、この日はこの高さ比較的大きな揺らぎ層があったと考えられる。この結果から、太陽SLODARによって、揺らぎ層高さの測定が可能であることが確認できた。

太陽観測像をさらに改善するためPhase Diversity (PD) 法に基づく画像処理手法の開発を進めている。PD法は非常に計算時間のかかる方法であるため、これを並列で処理するための計算機クラスタシステムを開発した。9月の観測では、PD法用のデータも取得する予定であったが、主に天候が原因でデータを取得するに至らなかった。このため、手法の開発を計算機シミュレーションによって進めた。図4(a)はひので衛星で観測された太陽粒状班画像、(b)は(a)を計算機上で発生された揺らぎによって劣化させたもの、(c)は(b)をPD法で処理したものである。画像のコントラストが向上し、劣化像では見えていない細かな構造が現れているのがわかる。ただし、衛星画像と比較すると回復はまだ不十分であり、回復手法のさらなる改善を進めているところである。また、今後はPD法を実観測データに適用することで、手法の性能を評価することが必要になる。

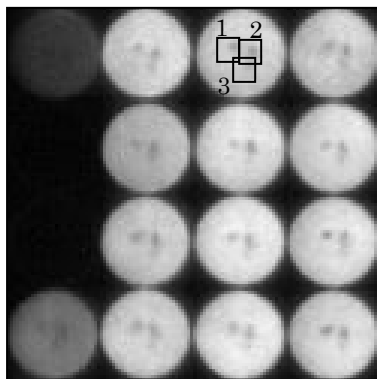


図1 波面センサーで観測された画像の一部。1~3で示す黒点を用いて様々な観測方向での波面情報を取得する。

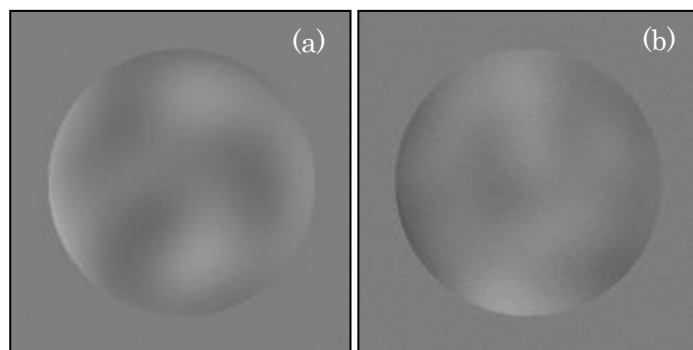


図2 開発中したトモグラフィック波面センサーを用いて得られた(a)地表層と(b)上空層の波面位相。白が波面が進んでいるところ、黒が遅れているところを表している。

図3 太陽 SLODAR によって得られた 2016 年 9 月 10 日の揺らぎ強さの高さ方向の分布。横軸は飛騨天文台からの高さである。

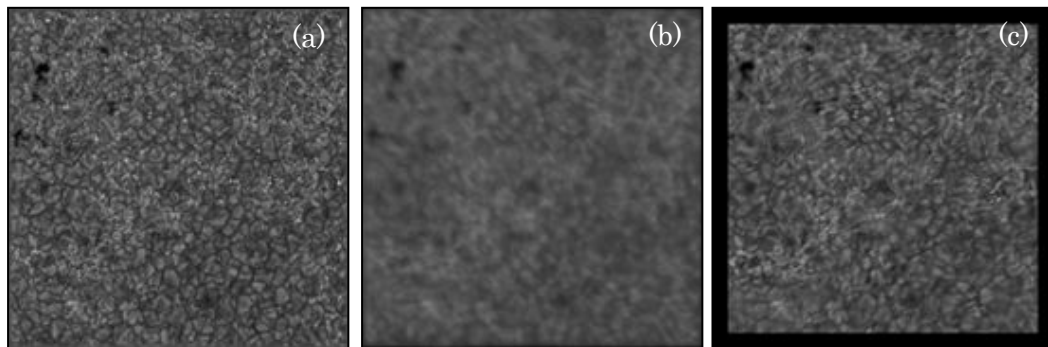
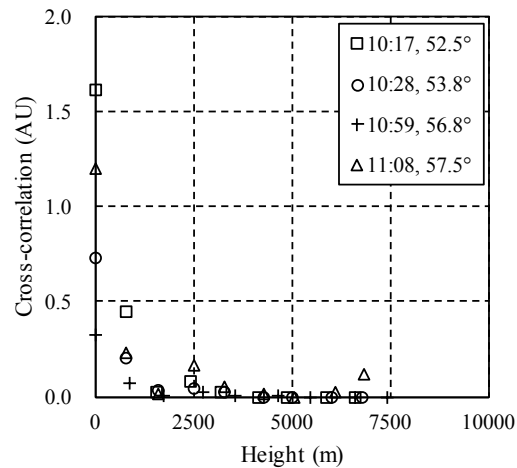


図4 開発中した Phase Diversity 法による画像改善の例 (シミュレーション)。(a)ひので衛星で観測された太陽像、(b)計算機で発生された揺らぎによって劣化させたもの、(c)画像回復処理の結果。

(三浦則明、大石明、鈴木貴博、本間佑涼(北見工大) 記)

AOを利用した活動領域微細構造の高分解能分光観測(予備観測)

近年の衛星観測などにより、太陽黒点およびその周辺の微細な構造が明らかにされてきている。我々は飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡(DST)用の補償光学系(AO)の制御の下で、可及的に高分解能像で、これらの微細構造の物理量分布を分光学的に探究することを行っている。2016年度には、DST垂直分光器を利用して小規模微細爆発現象であるエーリマンボム(EB)の $H\alpha$ 線分光連続観測を行った。2016年8月5日と6日(JST)に、NOAA12570近傍にEFRが現れ活動領域が「若返り」をしたように見える領域で発生したEBを対象とした。6日の観測の際には、UTFフィルターによるモニター画像、 $H\alpha$ スペクトル画像を連続的にSit and Stareモードで07:00-09:10JSTの間データ取得した。UTFモニタ画像の例は図1に示す。

観測の際は、AO機能のうちTip-Tilt機能だけを用いて視野を安定化することにした。大気の擾乱の様子から判断して、この日は可変鏡による波面乱れの補正は有効でないと使用しなかった。 $H\alpha$ スペクトルの例は図2に示す。